

SELOS DIAFRAGMAS



Por Hugo Silva

Gerente de administração de vendas da WIKA do Brasil e membro da equipe de engenharia de produtos da WIKA

Os selos diafragma ou selos de proteção são usados para separar e proteger um instrumento de medição do meio de processo e, ao mesmo tempo, transmitir com precisão, através de um líquido, as variações de pressão do processo para o elemento sensor do instrumento que faz a medição de pressão. Não existe solução mágica ou padrão; para cada aplicação, deve ser estudada a melhor opção de uso de selo, que garanta ao processo uma solução única e assegure ao cliente que o desempenho e a vida útil de sua planta

estão sendo monitorados da melhor maneira possível.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O princípio de funcionamento de um instrumento com selo diafragma passa pela função da membrana que separa o instrumento do processo a ser medido. O instrumento pode ser um manômetro convencional, um diferencial, um presostato ou um transmissor de pressão inteligente. O sistema é completamente enchido com líquido e qualquer pressão aplicada sobre a membrana é hidráulicamente transmitida ao elemento sensor.

O instrumento pode ser montado diretamente ou conectado ao selo diafragma de maneira remota, por meio de uma extensão de capilar, o que protege totalmente o instrumento em caso de altas temperaturas do processo e/ou permite a leitura direta pelo operador em caso de dificuldades em relação à posição da tomada de medição do processo. Contudo, isso pode ocasionar o aumento no tempo de resposta do conjunto.

Uma vez cheio e calibrado, o sistema deve ser hermeticamente fechado e não



Uma vez cheio e calibrado, o sistema deve ser hermeticamente fechado e não deve mais ser aberto

deve mais ser aberto. Caso contrário, ele perde sua precisão ou a funcionalidade do conjunto, ocasionando uma falha costumeiramente denominada “perda de carga”.

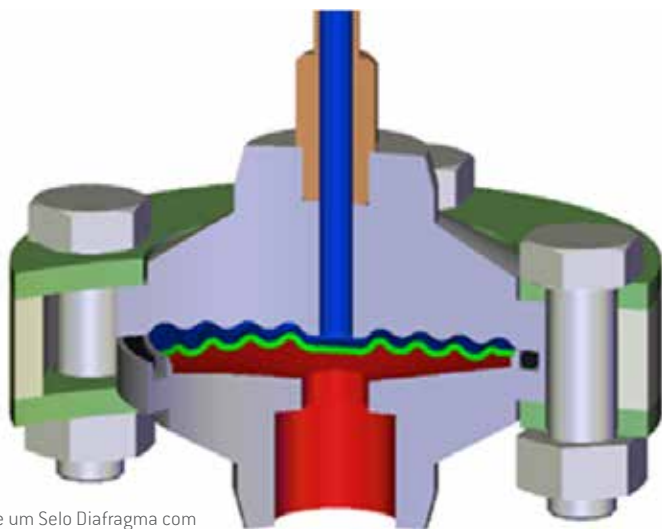
Membrana, flange de conexão e vedações, consideradas “partes molhadas”, são expostas ao processo. Por isso, essas partes precisam ser construídas com materiais resistentes a pressões, temperaturas e possíveis ataques químicos, ou seja, elas precisam ser



Manômetro com selo diafragma do tipo rosca



Transmissor de pressão com selo diafragma flangeado



3D de um Selo Diafragma com os volumes internos

compatíveis com as características do processo ao qual serão submetidas.

O líquido de enchimento deve ser estanque dentro do sistema, mas existe a possibilidade de vazamento devido a danos na membrana ocasionados por ações humanas ou características do processo industrial. Neste caso, o líquido acaba entrando no processo. Por isso, ele deve ser cuidadosamente escolhido segundo aspectos de compatibilidade com o processo. É preciso também considerar as características de cada líquido com o objetivo de garantir o desempenho do conjunto. Isso vale especialmente para processos alimentícios, sujeitos a aprovações especiais como as do FDA “Food and Drug Administration”, um órgão americano que regulamenta os materiais para uso na indústria de alimentos e remédios. Existem mais de 80 tipos de fluidos de enchimento, o que garante a variedade de materiais para serem usados em quase todos os processos.

Alguns exemplos de aplicações típicas são:

- processos corrosivos, que podem danificar o elemento sensor do instrumento, como o tubo Bourdon de um manômetro, o pressostato ou a cápsula de um transmissor;
- processos altamente viscosos, no qual pode haver entupimento do canal de entrada do instrumento;
- não homogêneos ou que contêm materiais em suspensão, tais como polpa de madeira, que podem causar depósitos dentro do instrumento;
- processos que tendem a cristalizar;
- processos que tendem a polimerizar;
- quando a temperatura do processo não permite uma medição direta, o instrumento pode ser danificado ou apresentar uma indicação incorreta;
- processos nos quais o ponto de medição não permite uma montagem direta do instrumento. Neste caso, um selo

de proteção com extensão de capilar possibilita uma montagem remota;

- quando a assepsia de um processo tem de ser mantida em alto nível, e áreas mortas e canais estreitos precisam ser evitados;
- nos casos em que o processo é tóxico ou perigoso, podendo poluir o ambiente em caso de fugas;



Ao selecionar um selo de proteção, vários dados do processo precisam ser verificados e informados a fim de possibilitar o bom desempenho

➔ DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SELO DE PROTEÇÃO ACOPLADO COM INSTRUMENTO

Ao selecionar um selo de proteção, vários dados do processo precisam ser verificados e informados a fim de possibilitar o bom desempenho e funcionamento do conjunto selo de proteção + instrumento de medição.

A qualidade de um sistema de medição composto pelo selo de proteção, capilar ou conexão e instrumento de medição é influenciada, principalmente, pelos

efeitos de diversos parâmetros inerentes ao conjunto. Estes parâmetros são o volume de deslocamento do elemento sensor do instrumento, a capacidade de deslocamento de volume da membrana do selo, alterações do volume do líquido de enchimento, dependendo da temperatura e pressão, características geométricas e de materiais de todo o sistema e características do líquido nas condições operacionais.

Além da complexidade desses parâmetros e de sua correlação funcional, três perguntas devem ser respondidas antes do início do processo de seleção do selo diafragma:

1. O volume de deslocamento do selo de diafragma é suficientemente amplo?
2. Qual será o erro de medição no caso de alterações da temperatura?
3. Qual será o tempo de resposta?

Essas perguntas podem ser respondidas diretamente pela experiência, simplificando o fornecimento dos parâmetros da aplicação. Uma intuição de dados baseada na experiência pode permitir uma escolha positiva, porém, uma solução tecnicamente adequada e correta para o processo pode não ser encontrada por esse método. O resultado eficaz para uma determinada aplicação somente pode ser obtido por meio da consideração sistemática de todos os parâmetros influentes e disponíveis. É claro que o correto fornecimento dos dados operacionais para o dimensionamento do selo diafragma permite maior exatidão da medição. Para facilitar a coleta e relação de estudos dos dados, fabricantes desen-

volveram “softwares” específicos para calcular e dimensionar o melhor conjunto, considerando todas essas variáveis e ofertando aos clientes a melhor solução custo-benefício para cada aplicação.



O resultado eficaz para uma determinada aplicação somente pode ser obtido por meio da consideração sistemática de todos os parâmetros influentes

➔ **PARA REALIZAR ESTES CÁLCULOS, ALGUNS DADOS SÃO IMPORTANTES:**

1. Materiais em contato com o processo
2. Temperaturas
3. Escala de pressão
4. Instrumento de pressão
5. Conexão ao processo
6. Fluido de enchimento do sistema
7. Posição de montagem
8. Tempo de resposta

1. Materiais em contato com o processo

É importante selecionar materiais para as partes molhadas que tenham resistência à agressão do fluido do processo. ➔

Existem tabelas à disposição para auxiliar a seleção desses materiais, embora o cliente seja a fonte mais confiável para especificar os materiais adequados para aplicação do seu processo industrial. No mercado existem vários materiais especiais que vão desde os mais usuais aços inoxidáveis da série 316, passando pelos austeníticos Duplex, chegando às ligas especiais, como ouro e até e zircônio. É preciso saber ainda se o fluido de processo é muito viscoso, se ele pode se solidificar ou se contém sólidos em suspensão.

2. Temperaturas

Todo sistema de medição com selo diafragma é cheio com fluido sob temperatura ambiente (por volta de 20°C). Esta temperatura refere-se à temperatura de enchimento do sistema, mas é preciso considerar se o fluido se expande ou se contrai, conforme as mudanças de tem-

peraturas do ambiente. Isto, por sua vez, faz a pressão subir ou descer, ocasionando um desvio do zero do instrumento. Para reduzir esse efeito, as temperaturas de processo e do ambiente devem ser especificadas ao selecionar um sistema com selo diafragma. Para aplicação com temperatura acima de 100°C recomenda-se usar um elemento de resfriamento ou um capilar para proteger o instrumento de medição.

3. Faixa de medição (ou pressão de calibração)

O volume de deslocamento de líquido do selo deve ser maior que o volume de deslocamento necessário para mover o elemento sensor do instrumento. Normalmente, quanto mais baixa é a faixa de medição, maior deve ser o diâmetro efetivo da membrana e da câmara do selo de proteção. Para as faixas de medição mais elevadas, as membranas menores são suficientes.

4. Instrumento de pressão

Conforme mencionado, o selo deve fornecer volume suficiente de deslocamento para possibilitar que o instrumento de pressão atinja sua faixa completa. Como regra geral, manômetros de menor diâmetro são mais adequados para aplicações de baixa pressão, já que é exigido um menor deslocamento de volume a partir do selo de proteção para mover o elemento sensor do instrumento. Transmissores de pressão também pos-



A diferença de nível entre o selo de proteção e o instrumento de medição gera uma pressão hidrostática que age sobre o elemento sensor

suem soluções especiais com volumes de câmaras de medição reduzidos que facilitam o uso. É importante o cliente informar o modelo de seu instrumento e, se possível, o volume interno de trabalho do instrumento.

5. Conexão ao processo

A conexão ao processo é determinada pelo cliente. A maioria das conexões são roscadas, flangeadas ou do tipo sanitárias, embora existam conexões especiais. Soluções específicas também podem

Materiais especiais para membranas e partes molhadas



ser desenvolvidas considerando projetos e validações de desenhos e documentos.

6. Líquidos de enchimento

Os grandes fabricantes oferecem uma ampla variedade de líquidos para enchimento do sistema (selo diafragma + instrumento) para temperaturas de operação desde -130°C até 400°C . É preciso sempre verificar a compatibilidade do fluido de enchimento com o processo industrial.



Os grandes fabricantes oferecem uma ampla variedade de líquidos para enchimento do sistema

7. Posição de montagem

A posição de montagem é importante para o conjunto. A diferença de nível entre o selo de proteção e o instrumento de medição gera uma pressão hidrostática que age sobre o elemento sensor. O conjunto selo de proteção + instrumento pode ser calibrado para compensar o efeito causado pela pressão hidrostática desde que a diferença de nível seja conhecida e informada antecipadamente.

8. Tempo de resposta

O tempo de resposta é o intervalo que um instrumento de medição de pressão necessita para indicar 90% do valor de uma variação abrupta da pressão. Isso é especialmente importante para conjuntos com selos diafragma de instalação

remota acoplada aos instrumentos por meio de um capilar. O tempo de resposta aumenta significativamente nos sistemas com capilar muito longo e pode ser reduzido por meio do uso de líquidos de enchimento com baixa viscosidade.

OS GRANDES DESAFIOS PARA OS FABRICANTES

Durante muito tempo os selos diafragma foram considerados acessórios para os instrumentos de medição de pressão e vistos como um sistema relativamente simples. Provar que os selos diafragma se tornaram uma variável importante dentro da indústria de instrumentos de medição tem sido o grande desafio dos fabricantes. Os usos desses instrumentos nos dias atuais são verdadeiras unidades de negócios com planejamentos e orçamentos específicos dentro das empresas, dada a importância que a solução oferece para os processos industriais, em especial para os processos de petróleo. As aplicações na descoberta do Pré-sal implicam muitas soluções com instrumentos de pressão que obrigam o uso de selos diafragma pelas características de alta pressão e partes molhadas da aplicação. Muitas soluções são específicas e precisam ser projetadas para atender aos requisitos da nova da indústria de petróleo. Combinar ligas especiais requeridas, montagens, características únicas de processo, certificações e atender às solicitações de conteúdo local são desafios que estão sendo vencidos para consolidar o mercado de selos diafragma como uma variável a ser mais cuidadosamente pensada pelas engenharias e EPCistas durante o processo de especificação anterior à fase de compra. 🌐